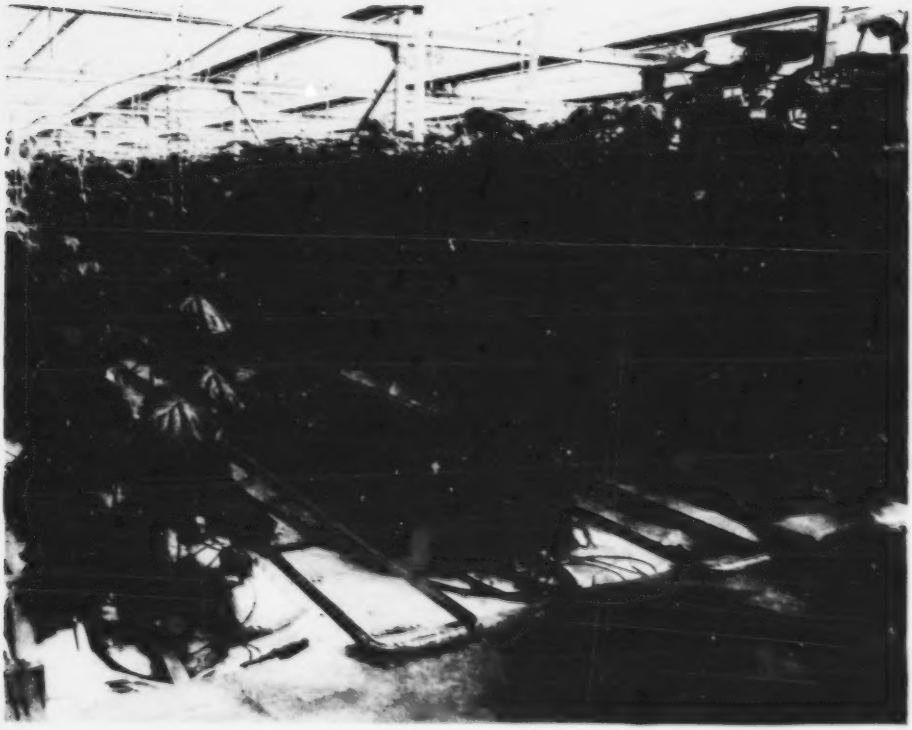
Artificial media in horticulture— their formulation and fertilization

Agriculture Canada

Publication 1726 /E



Canada

91-00583/

Artificial media in horticulture— their formulation and fertilization

for — bedding plants
— vegetable seedling blocks
— greenhouse vegetables
— container-grown shrubs
— home gardening

E. F. Maas
Research Station, Agassiz, B.C.

and

R. M. Adamson (Retired)
Saanichton Research and Plant Quarantine Station, Sidney, B.C.

Agriculture Canada Publication 1726/E
available from
Communications Branch, Agriculture Canada,
Ottawa K1A 0C7

©Minister of Supply and Services Canada 1982
Cat. No. A53-1726/1982E ISBN: 0-662-11774-3
Printed 1982 Reprinted 1989 2M-11:89

Également disponible en français sous le titre
Les milieux de culture artificiels en horticulture— préparation et fertilisation.

CONTENTS

Preface/5
Introduction/5
Soil-based mixes/5
Artificial mixes/6
    Sowing media/8
    Transplanting media/8
        Media for bedding plants/8
        Media for vegetable seedling blocks/10
    Media for flower cuttings/11
    Growing media/11
        Media for greenhouse vegetables/12
        Media for potted nursery plants/13
        Artificial media for home gardens/15
References cited/16
Selected references for further reading/16
Appendix/17

Preface

The last decade has seen an almost complete change in the nursery and greenhouse industries from the use of mineral soil to a wide range of substitutes. This has been brought about by the shrinking supply of good-quality loam, an unprecedented increase in pot-plant production, and a change from soil beds to containers for greenhouse vegetables. Peat–vermiculite and sand–peat mixtures have proven to be reliable substitutes and have been widely adopted. In British Columbia, sawdust, ground bark, and peat–sawdust mixtures are now the mainstay of the nursery and greenhouse industries because of their low cost, light weight, and ease of drainage, and because of the uniformity of plants produced. These materials, however, require new management methods with especially close attention to proper formulation of the mixtures and the complete and frequent supply of the plants' nutrient requirements.

Dr. J. E. MILTIMORE
Director
Research Station, Agassiz, B.C.
September 1980

Introduction

Emphasis on potting media in Canada has changed gradually from the almost exclusive use of soil mixtures to the development of completely artificial substrates for producing an increasing proportion of container-grown plants. Nurserymen found from experience that productive field soils confined to containers often gave inferior results because of compaction and inadequate drainage, but that improvements could be made by incorporating materials such as peat, sand, leaf mould, and rotted manure. During the 1930s the John Innes Horticultural Institute showed that standardized soil mixtures could be used for a wide range of plants. This led to acceptance of the John Innes seed and potting composts (1) in England and no doubt stimulated development of the U.C. (University of California) (2) sand–peat mixes and the Cornell (3) peat–vermiculite mixes.

Soil-based mixes

The John Innes seed compost is made by volume, from two parts steam-pasteurized loam, one part peat, and one part medium-coarse sand with the addition of 1.2 kg of superphosphate (0-18-0) and 0.6 kg of ground limestone per cubic metre of mixture. This is suitable for seed sowing and the rooting of cuttings. The John Innes potting compost

(JIP-1) for general planting is made by volume, from seven parts steam-pasteurized loam, three parts peat, and two parts medium-coarse sand to which the following fertilizers are added:

	Per cubic metre
Hoof and horn meal (or soybean meal)	1.2 kg
Superphosphate (0-18-0)*	1.2 kg
Potassium sulfate (0-0-50)	0.6 kg
Ground limestone	0.6 kg

*Note: Formulas calling for superphosphate (0-18-0) may use a mixture of 40% triple superphosphate (0-45-0) and 60% calcium sulfate by weight if 0-18-0 is not obtainable.

Where higher nutritional levels are required the amounts of fertilizers and limestone to be added can be doubled (JIP-2), or trebled (JIP-3).

These standardized mixtures were widely adopted in Britain, but to a lesser extent in Canada where varying soil mixtures were developed to suit individual requirements. The increasing labor cost for pasteurizing and preparing soil-based mixtures and the difficulty in obtaining soils of suitable quality have made nurserymen receptive to the use of artificial media which are easily prepared, are reliable, and do not require pasteurization if properly handled.

Artificial mixes

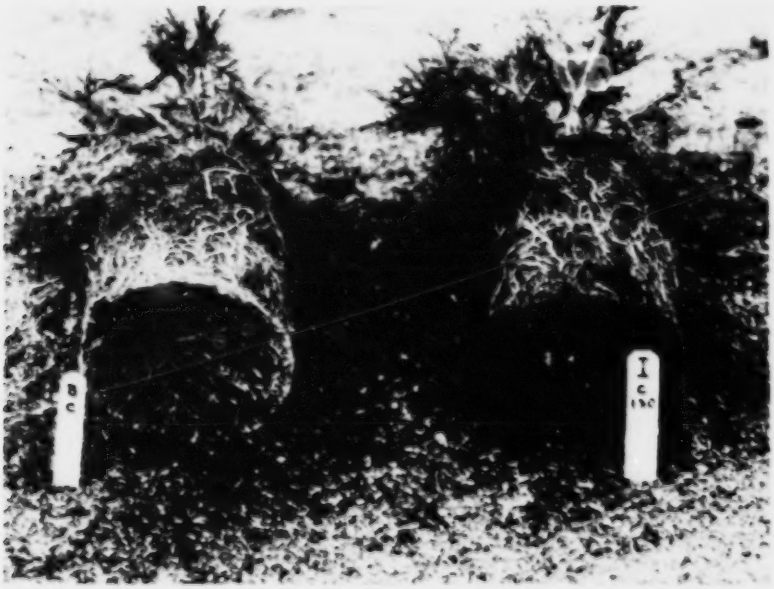
The development of nutrient-solution culture of greenhouse tomatoes in sawdust (4) at Agriculture Canada's Saanichton Research and Plant Quarantine Station, Sidney, B.C. in the mid-1960s, awakened the nursery and bedding-plant industry in British Columbia to the feasibility of growing plants in artificial media. At the same time that container production of ornamentals using the U.C. system of sand–peat mixes and wood by-products was developing on the U.S. west coast, growers in the eastern USA and Canada were propagating bedding plants in a mixture of peat and vermiculite developed at Cornell University, Ithaca, N.Y.

Artificial media are being tailored to meet the needs of plants and with suitable nutrient formulas can provide all the requirements for precision growing. The purpose of this publication is to list the ingredients used in preparing potting mixtures and to provide suitable nutrient formulas. Since contamination of sawdust or bark mixtures by soil will initiate decomposition and create nitrogen deficiency problems, plants to be grown in these mixtures should be started only in artificial media.

Peat, sawdust, and ground bark have been the favored ingredients of potting mixtures in British Columbia because of their low cost, light weight, and ease of handling. Sawdusts from Douglas fir (*Pseudotsuga*

menziesii (Mirb.) Franco) and western hemlock (*Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg.) are acceptable, as well as fir bark, but other kinds have also been used successfully. The toxicity of hemlock bark and fresh sawdust from western red cedar (*Thuja plicata* Donn) has been noted on sensitive plants such as tomatoes, but our recent tests show that sawdust from immature cedar is usually satisfactory. The safety of each batch of cedar sawdust can be tested within a week by planting a few bean seeds into representative samples. Since cedar sawdust is cheap and readily available the feasibility of using it should be considered.

Sawdusts from deciduous trees are less suitable because they decompose more rapidly than coniferous sawdusts. Composted materials are not recommended as they are costly to prepare and tend to be variable in their nutrient and physical properties. Other materials such as sand, gravel, pumice, perlite, vermiculite, diatomite, and heat-treated shale have also been successfully included in a variety of mixtures. The peat referred to in these formulations is the ground sphagnum peat available commercially. It has been widely adopted because of its uniformity and high moisture-holding capacity, and because it does not need sterilization. These qualities are not equaled in marsh peats (i.e., sedge peats) and the more decomposed black peats (peat humus).



Root production after one season's growth of *Thuja occidentalis* 'Pyramidalis' in a sawdust–peat-based growth medium, *left*, and in soil, *right*.

Nutrients may be supplied to the plants by incorporation of slow-release fertilizers, by nutrient-solution feeding on a day-to-day basis, or by premixing some of the fertilizer with the medium and feeding the remainder in solution. All these methods require surface application of water or nutrient solution, with a small excess being allowed to leach through to prevent the buildup of soluble salts. Care must always be taken to ensure that the water content of an artificial medium is frequently replenished to prevent dissolved fertilizers from becoming too concentrated and damaging the plants.

Sowing media

The Cornell peat-lite mixes (see Media for bedding plants) are suitable for both seed germination and bedding plants. The Saanichton sowing mix, although excellent for seed germination, is not suitable for bedding plants because it gradually loses its good drainage and aeration properties due to settling. These mixes do not require pasteurization, but care must be taken to prevent contamination with pathogens throughout all stages of handling from initial mixing to final filling of flats or containers.

The Saanichton sowing mix consists of equal volumes of medium sand, ground sphagnum peat, and granular perlite. Mix these ingredients and wet them with half-strength nutrient solution from Formula 1 (see Appendix), using the 126 parts per million (ppm) nitrogen level. All media containing absorbent materials such as peat or sawdust should be prepared a day before use, to ensure that moisture levels are adequate. Rewet immediately before but not after seeding. To prevent damping off, dust the seed with a recommended fungicide. When the seedlings need moisture, apply the half-strength nutrient solution with added fungicide.

Transplanting media

Media for bedding plants

The Cornell peat-lite mixes are commercially available and are suitable for seedlings, bedding plants, pot plants, and greenhouse vegetable production. They are prepared from 1:1 peat–vermiculite, 1:1 peat–perlite, or 2:1:1 peat–vermiculite–perlite mixtures by volume measurement. For seedlings and bedding plants, add the following to a 1:1 peat–vermiculite mixture:

	Per cubic metre
Ground limestone	3 kg
Superphosphate (0-18-0)*	1 kg
Calcium or potassium nitrate	600 g
Wetting agent (e.g., Aqua grow or Triton B)	100 mL
Fritted trace elements (F.T.E.)	75 g

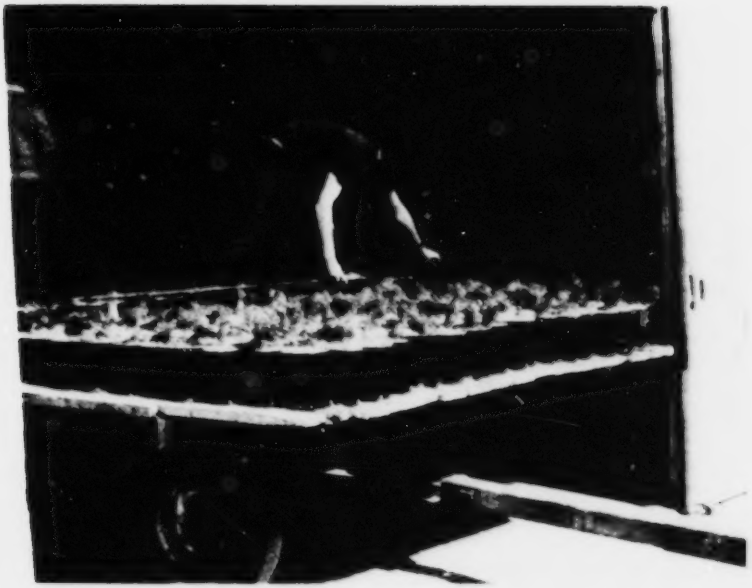
*Note: Formulas calling for superphosphate (0-18-0) may use a mixture of 40% triple superphosphate (0-45-0) and 60% calcium sulfate by weight if 0-18-0 is not obtainable.

For bedding plants and pot plants, feed with nutrient solution (1.2 g potassium nitrate dissolved in 1 L water, or use other nitrogen fertilizer (3)) after 2–3 weeks of growth. An alternative is to supplement this premix formula with 3 kg of Osmocote (14-14-14) and 3 kg of Mag-Amp (7-40-6) for each cubic metre of medium (3). When slow-release fertilizers such as these are used in any artificial medium an occasional overwatering is required to remove any accumulation of excess soluble salts.

The Saanichton potting mix is a modification of the Cornell mix. It has the addition of 1.8 kg of hydrated lime per cubic metre of mix and a 2:1 peat–vermiculite volume measure, to take advantage of the lower cost of sphagnum peat. Minor elements are included in the nutrient solution to ensure uniform availability because this is not always achieved with F.T.E. Soak the medium with half-strength N-126 ppm nutrient solution from Formula 1 (see Appendix) before planting, followed by periodic application of N-168 at full strength to supply both the nutrient and water requirements of the plants. Where only a small quantity of nutrient solution is required a good substitute for Formula 1 can be found in a commercial hydroponic fertilizer 14-7-21. Dissolve 12 g of this fertilizer in 10 L of hot water followed by 3 g of magnesium sulfate (Epsom salts) according to instructions on the package. This will make a solution containing 168 ppm of nitrogen (N), 84 ppm of phosphate (P_2O_5), 252 ppm of potash (K_2O), 93 ppm of calcium (Ca), 30 ppm of magnesium (Mg), and all the required minor elements. This formulation can be used for home hydroponic units and it is especially well suited for watering house plants growing in artificial media. The ingredients for this formulation are shown in Formula 3 (see Appendix). If it is more convenient, the magnesium requirements and some additional calcium can be supplied by incorporating 2.4 kg of dolomitic lime (65 AG) into each cubic metre of potting medium.

The following formula developed at the Saanichton Research and Plant Quarantine Station provides the needed fertilizers in a slow-release form; therefore the plants require only watering until the transplanting stage is reached. Incorporate the following into a 2:1 peat–vermiculite mixture just before using:

	Per cubic metre
Osmocote (19-6-12)	3.0 kg
Osmocote (14-14-14)	1.5 kg
Mag-Amp (7-40-6)	6.0 kg
Hydrated lime	1.8 kg
Minor-element solution (see Appendix, Formula 1)	440 mL



Newly potted junipers in a soilless growth medium being loaded on a flat deck trailer for transporting to the nursery.

If plant growth becomes too lush it should be controlled by reducing the availability of water rather than lowering the greenhouse temperature. Omit the 19-6-12 and possibly the 14-14-14 for short-term bedding plants to reduce fertilizer costs, except when sawdust is present in the medium.

All these media have produced excellent transplants for commercial greenhouses and for the retail market. Local growers often prepare their own mixtures to reduce costs and to ensure the desired quality control which has occasionally been lacking in some of the commercial media. When vermiculite is in short supply, fir and hemlock sawdust or ground fir bark can be successfully substituted in the mixture. This is not normally recommended, however, because the moisture-retention capacity is reduced and more frequent watering is required.

Media for vegetable seedling blocks

Peat, peat–vermiculite, or peat–perlite mixtures are suitable for the production of vegetable seedling blocks, but the cost is too high for transplants on a field scale. A cheaper mixture using half and half sphagnum peat and black peat (peat humus from marshes) is widely used for seedling blocks in Europe and central Canada, but black peat is not readily obtainable in British Columbia. The alternative of mixing

low-cost ground bark or sawdust with sphagnum peat is being investigated at Agriculture Canada's Agassiz Research Station, and promising results are being obtained.

For seedling blocks, incorporate a 5% volume of bentonite clay for a binder in 2:1 peat–vermiculite or peat–perlite mixtures or in peat alone and add one of the following fertilizer formulas.

	Per cubic metre	
	Formula A	Formula B
Osmocote 14-14-14 (omit for onions in Formula A)	1.5 kg	4.0 kg
Mag-Amp 7-40-6	6.0 kg	nil
Hydrated lime	1.8 kg	1.8 kg
Dolomitic lime (65 AG)	nil	1.8 kg
Minor-element solution (see Appendix, Formula 1)	440 mL	440 mL
Wetting agent	110 mL	110 mL

Media for flower cuttings

Artificial media are well suited to the rooting and growing of flower cuttings because rapid rooting is encouraged by their good aeration, and black stem rot is reduced. A 1:3 peat–sawdust mixture is suitable for rooting geranium cuttings and a 1:2 peat–sawdust mixture for poinsettias and chrysanthemums. Ground fir bark may be used in a half-and-half mixture with sawdust for geranium cuttings but bark alone remains too wet. A mixture containing equal parts of peat, sand, perlite, and sawdust is also a good rooting medium. The nutrient requirements of peat- or sawdust-based mixtures are met by the following ingredients, while extra nitrogen may be required for bark due to its more rapid initial decomposition (5):

	Per cubic metre
Osmocote (14-14-14)	2.4 kg
Superphosphate (0-18-0)	1.8 kg
Dolomitic lime (65 AG)	3.6 kg
Minor-element solution (see Appendix, Formula 1)	440 mL

Growing media

Fir and hemlock sawdusts have been the most important bases for soilless media in the British Columbia coastal nursery and greenhouse industries. Other materials used alone or in mixtures with sawdust include ground bark, sand, sphagnum peat, pumice, and fired clay, shale, or diatomite. Fresh hemlock bark and sawdust from mature western red cedar are often toxic to flowers and vegetables but are

tolerated by hardier shrubs. The U.C. mixes (see p. 13) based on sand, peat, and forest wastes have had a strong influence on the development of the container-grown plant industry in British Columbia.

Media for greenhouse vegetables

Fir and hemlock sawdusts have been accepted almost exclusively as the artificial growing media for greenhouse vegetables in British Columbia, usually with a 1.3-cm sand topping to facilitate moisture distribution. Ground fir bark, sand–sawdust mixtures, and peat-based mixtures have proved to be equally productive, but have not equaled sawdust alone in ease of handling and in economy. These media are placed in plastic bags, plastic tubes (bolsters), pots, or wooden-sided beds isolated from the soil by plastic sheeting. A complete nutrient-solution feeding of greenhouse tomatoes based on Formula 1 (4) (see Appendix) provides for applications at one of three nitrogen levels, depending on stage of growth, while cucumbers (6) are grown at a single nitrogen level of 168 ppm.

Greenhouse tomatoes are also grown in premix formulas (4) in which the following base fertilizers are incorporated into fir or hemlock sawdust before transplanting:

	Per cubic metre
Superphosphate (0-18-0)	2.4 kg
Dolomitic lime	4.0 kg

Nitrogen, potassium, and minor element requirements are supplied as a dilute nutrient solution throughout the season (see Appendix, Formula 2) to meet the remaining needs of the crop. For tomatoes, the N-126 ppm level is used to 1st fruit cluster set, the N-168 ppm level is used to 3rd cluster set, and the N-210 ppm level is used after that. The N-168 ppm level is well suited to all stages of most other plants.

Slow-release fertilizers may be used as a premix for growing greenhouse tomatoes in peat-lite (1:1 peat–vermiculite) mixtures (3), but due to high costs this method has not been widely adopted commercially. The following formula will support tomato plants for a 6-month growing period without additional fertilizer requirements:

	Per cubic metre
Ground limestone	6.0 kg
Superphosphate (0-18-0)	1.5 kg
Potassium nitrate (14-0-44)	0.9 kg
Osmocote (14-14-14)	3.0 kg
Osmocote (19-6-12)	3.0 kg
Mag-Amp (7-40-6)	3.0 kg
Fritted trace elements	75 g
Wetting agent	110 mL

A premix of slow-release fertilizers in sawdust has not been as reliable as day-to-day nutrient-solution feeding for greenhouse tomatoes. Daily watering is still required, so little labor is saved by using slow-release fertilizers in greenhouse vegetable production.

In Manitoba (7) and in Europe (8) fertilizers and ground limestone are thoroughly mixed with coarse peat and placed in beds for greenhouse vegetable production. The beds are 60 cm wide and 23 cm deep with the bottom 3.8 cm lined with polyethylene film to create a moisture reservoir. A fertilizer formula developed by Dr. J. D. Campbell (7) at the University of Manitoba is available commercially. It consists of the following ingredients for a 0.17-m^3 bale or for 0.25-m^3 of loose sphagnum peat:

	Grams
Major and secondary nutrients	
Ground limestone	1503
Dolomitic limestone (65 AG)	1618
Triple superphosphate (0-45-0)	173
Potassium sulfate (0-0-50)	347
Calcium nitrate (15-0-0)	173
Ammonium nitrate (33.5-0-0)	231
Total	4045
Micronutrients	
Borate 46 (14.3% B)	2
Copper sulfate (25% Cu)	5
Iron sulfate (20% Fe)	11
Iron chelate (Fe 330 10% Fe)	4
Manganese sulfate (25% Mn)	4
Zinc sulfate (23% Zn)	4
Sodium molybdate (40% Mo)	1
Total	31
Total weight	4076

Additional nitrogen and potassium will be required weekly for long-season crops. This formula may also be used in a 1:1 fine peat–vermiculite mixture at 4 kg/m^3 (4 g/L) for starting seedlings. This is at one quarter the level used here for growing plants.

Media for potted nursery plants

The U.C. mixes (2) for container-grown plants are based on fine sand and sphagnum peat ranging from 100% sand to 100% peat with 3:1, 1:1, and 1:3 mixtures being the most useful. Sawdust, wood shavings, or rice hulls may be substituted for all or part of the peat, provided they satisfy the physical and chemical requirements of the original mixture. Fertilizers are incorporated into the growing mixture

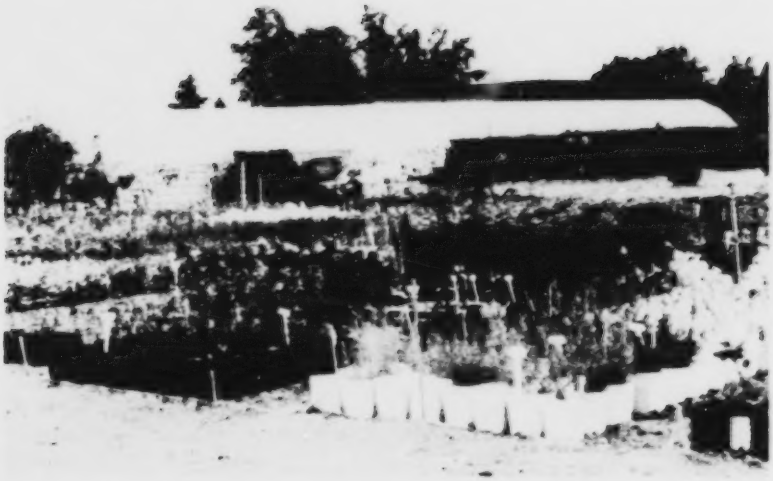
according to several different formulas, depending upon crop and growing method. Supplementary fertilizers may be added during growth of the plants, either dry or in solution. Artificial mixtures based on fine sand and peat have tended to become waterlogged in the high-rainfall climate of coastal British Columbia and require modification with coarser sand, sawdust, or ground bark.

Peat–sawdust mixtures and ground bark alone are well suited to container-growing of nursery stock because they are inexpensive, well drained, and light in weight and have a fairly good moisture-holding capacity (which can be increased by the addition of more peat). The addition of 10% sand to a peat–sawdust mixture is not recommended because it reduces aeration and drainage by filling the larger pores. However, the addition of 40% medium sand to sawdust alone is beneficial, since it reduces excessive porosity of the sawdust and increases its moisture-holding ability, but it will increase the weight of the medium and affect the ease of handling. Fir and hemlock sawdusts are most widely used in peat–sawdust mixtures, but spruce and pine sawdusts should also be suitable. Although fresh cedar sawdust may be toxic to vegetative plants, sawdust from dry heartwood cedar has not significantly damaged coniferous shrubs. For growing containered shrubs (9) over an extended period in ground bark or in a 1:2 or 1:3 peat–sawdust medium, incorporate the following ingredients and top-dress spring-planted shrubs in August with 12 g of Osmocote (14-14-14) per pot:

	Per cubic metre
Osmocote (19-6-12) (use 50% less for bare-rooted cuttings)	4.8 kg
Superphosphate (0-18-0)	2.4 kg
Calcium sulfate (Gypsum)	1.2 kg
Dolomitic lime (65 AG)	3.0 kg
Minor-element solution (see Appendix, Formula 1)	1.0 L

Many other slow-release fertilizers such as Ortho timed-release 12-6-6 and Agriform 14-4-6 container tablets should produce as satisfactory results as does Osmocote. If obtainable, use non-chelated minor-element solutions for extended season retention rather than the more highly soluble chelated minor elements. If the chelated form is used in the mix, apply it again twice during the growing season at 22 mL of minor-element stock solution per 100 L of water as a liquid feed.

For indoor and summer shrubs to be supplied with nutrient solution on a regular basis, incorporate 3 kg of dolomitic lime (65 AG) per cubic metre of ground bark or peat–sawdust mixture. For the first 10 weeks, feed with a nutrient solution containing 0.6 kg of 20-20-20 per 1000 L, thereafter including an additional 0.3 kg of 34-0-0 per 1000 L. Add 22 mL of minor-element stock solution (see Appendix, Formula 1) to each 100 L of nutrient solution once a month.



Various container-grown ornamental plants being grown commercially in sawdust–peat mixtures.

Artificial media for home gardens

The use of artificial media need not be confined to commercial greenhouses; they can also be used for raised outdoor garden beds to avoid weeds or problem soils. If facilities are available for daily watering or nutrient-solution feeding, any of the methods described in the section on Media for greenhouse vegetables are suitable, using sawdust as the growing medium. At the end of the crop season the decomposed sawdust can be salvaged to make a good compost for improving the soil structure in the rest of the garden.

Ground fir bark or mixtures of sand and sawdust (3:1) or peat and sawdust (1:2) are also good growing media and would not require as frequent watering as would sawdust alone. Uniform water distribution can be enhanced by covering the medium with 1.3 cm of medium-coarse sand and using a drip or soaker application system.

In the Mittleider method (10) 20 cm-deep wooden-sided beds are filled with a "custom-made soil" for growing vegetables outdoors or in inexpensive polyethylene greenhouses. The medium consists of a mixture of any of the following ingredients: sand, sphagnum peat, sawdust, perlite, or styrofoam. Suitable local substitutes may also be available. Lime, boron, nitrogen, phosphorus, potassium, and magnesium fertilizers are incorporated into the medium before planting and supplied at intervals during the growing season as a topdressing. Water is supplied from either rain or hose watering. Details of bed construction, growing media, fertilizer formulations, and garden management are in *More food*

from your garden (10). Plastic sheeting may be used at the bottom of the bed to separate the growing media from disease- or nematode-infested soil. If these problems are not present, plastic sheeting is not necessary and the plants can be allowed to root into the soil to provide a larger moisture reservoir and an additional source of nutrients. This method works well for beds placed on sandy soils, but on clayey soils a plastic bottom is preferred.

References cited

1 Lawrence, W. J. C.; Newell, J. Seed and potting composts. London, England: Allen and Unwin Ltd.; 1942.

2 Baker, K. F., editor. The U.C. system of producing healthy container-grown plants. Manual 23. Berkeley, CA; Univ. Calif. Agric. Exp. Stn; 1957.

3 Boodly, J. W.; Sheldrake, R., Jr. Cornell peat-lite mixes for commercial plant growing. Info. Bull. 43. Ithaca, NY: Cornell Univ.; 1973.

4 Maas, E. F.; Adamson, R. M. Soilless culture of commercial greenhouse tomatoes. Agric. Can. Publ. 1460; 1971, rev. 1980.

5 Maas, E. F.; Adamson, R. M. Resistance of sawdusts, peats and bark to decomposition in the presence of soil and nutrient solution. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36:769–771; 1972.

6 Adamson, R. M.; Maas, E. F. Soilless culture of seedless greenhouse cucumbers and sequence cropping. Agric. Can. Publ. 1725 (in press).

7 Campbell, J. D. Peat moss for starting plants. MacDonald Coll. J. Ste Anne de Bellevue, P.Q.: MacDonald College; Nov. 1978.

8 Puustjarvi, V. Basin-peat culture. Peat and Plant News. 2:20–24; 1969.

9 B.C. Nursery Production Guide. Victoria, B.C.: B.C. Min. Agric.; 1980.

10 Mittleider, J. R. More food from your garden. Santa Barbara, CA: Woodbridge Press; 1975.

Selected references for further reading

Acta Horticulturae. Third symposium on peat in horticulture. The Hague, Netherlands: Tech. commun. Int. Soc. Hortic. Sci; 1972, Vol. 26: 1975, Vol. 50.

Bunt, A. C. Modern potting composts. London, England: Allen and Unwin Ltd.; 1976.

DeWerth, A. F.; Odom, R. E. A standard light-weight growing medium for horticultural specialty crops. Texas Agric. Exp. Stn; 1960.

McNeill, D. B. Composts and soil-less mixes for transplants. Ont. Min. Agric. and Food. Agdex 296/510; 1972.

Self, R. L.; Wear, J. I.; Rouse, R. D.; Orr, H. P. Potting mixtures and fertilization practices. Circular 157. Auburn, AL: Alabama Agric. Exp. Stn; 1967.

Appendix

Formula 1. Fertilizers required for a nutrient solution containing 126, 168, or 210 ppm of N, 37 ppm of P (84 ppm of P_2O_5), and 208 ppm of K (252 ppm of K_2O).

	Nitrogen levels in parts per million (ppm)*		
	126	168	210
	g/1000 L		
Potassium chloride (0-0-60)	420	250	nil
Potassium nitrate (13-0-46)	nil	225	550
Magnesium sulfate (Epsom salts)	500	500	500
Diammonium phosphate (21-53-0)	160	160	160
Calcium nitrate (15.5-0-0)	600	680	680
	mL/1000 L		
Minor-element solution**	220	220	220

* Parts per million = grams of nitrogen (N) per 1000 L.

** Saanichton minor-element mix is available commercially with iron in the chelated form. The chelated and citrate forms are prepared as follows:

	Iron chelate mix	Iron citrate mix	Minor elements in final nutrient solution
	grams		
Iron	70.0 (10% iron)	42.0 (16.7% iron)	1.54 ppm Fe
Manganese sulfate	15.0	15.0	1.07 ppm Mn
Boric acid	12.0	12.0	0.46 ppm B
Zinc sulfate	2.2	2.2	0.11 ppm Zn
Copper sulfate	0.6	0.6	0.034 ppm Cu
Molybdic acid	0.2	0.2	0.023 ppm Mo
	100.0	72.0	

To prepare the minor-element stock solution, dissolve 100 g of dry iron chelate mix in 1 L warm water and store in dark bottle. If iron citrate mix is used dissolve 72 g in 1 L boiling water and store in dark bottle.

Formula 2. Fertilizers required for a nutrient solution containing 126, 168, or 210 ppm of N and 208 ppm of K (252 ppm of K_2O).

	Nitrogen levels in parts per million (ppm)		
	126	168	210
		g/1000 L	
Potassium nitrate (13-0-46)	550	550	550
Ammonium nitrate (34-0-0)	160	285	410
		mL/1000 L	
Minor-element solution*	220	220	220

*See Appendix, Formula 1

Formula 3. Proportions of ingredients required for a 14-7-21 hydroponic fertilizer.

Diammonium phosphate (21-53-0)	14.1% (by weight)
Potassium nitrate (13-0-46)	48.6%
Calcium nitrate (15.5-0-0)	35.4%
Minor-element mix with chelated iron (see Appendix, Formula 1)	1.9%

CONVERSION FACTORS

Metric units	Approximate conversion factors	Results in:
LINEAR		
millimetre (mm)	x 0.04	inch
centimetre (cm)	x 0.39	inch
metre (m)	x 3.28	feet
kilometre (km)	x 0.62	mile
AREA		
square centimetre (cm^2)	x 0.15	square inch
square metre (m^2)	x 1.2	square yard
square kilometre (km^2)	x 0.39	square mile
hectare (ha)	x 2.5	acres
VOLUME		
cubic centimetre (cm^3)	x 0.06	cubic inch
cubic metre (m^3)	x 35.31	cubic feet
	x 1.31	cubic yard
CAPACITY		
litre (L)	x 0.035	cubic feet
hectolitre (hL)	x 22	gallons
	x 2.5	bushels
WEIGHT		
gram (g)	x 0.04	oz avdp
kilogram (kg)	x 2.2	lb avdp
tonne (t)	x 1.1	short ton
AGRICULTURAL		
litres per hectare (L/ha)	x 0.089	gallons per acre
	x 0.357	quarts per acre
	x 0.71	pints per acre
millilitres per hectare (mL/ha)	x 0.014	fl. oz per acre
tonnes per hectare (t/ha)	x 0.45	tons per acre
kilograms per hectare (kg/ha)	x 0.89	lb per acre
grams per hectare (g/ha)	x 0.014	oz avdp per acre
plants per hectare (plants/ha)	x 0.405	plants per acre

Les milieux de culture artificiels en horticulture— préparation et fertilisation

Agriculture Canada

Publication 1726/F

Canada

Les milieux de culture artificiels en horticulture— préparation et fertilisation

pour — plantes de plates-bandes
— semis de légumes en blocs
— légumes de serre
— arbustes en contenants
— potagers

E.F. Maas
Station de recherche
Agassiz (C.-B.)

R.M. Adamson (retraité)
Station de recherche et de quarantaine des plantes de Saanichton
Sidney (C.-B.)

Agriculture Canada Publication 1726/F
On peut en obtenir des exemplaires à la
Direction générale des communications,
Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7.

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1982
N°. de cat. A53-1726/1982F ISBN: 0-662-91403-1
Impression 1982 Réimpression 1989 .75M-11:89

Also available in English under the title:
Artificial media in horticulture—their formulation and fertilization.

Table des matières

Préface/5
Introduction/5
Mélanges à base de terre/5
Mélanges artificiels/6
    Milieux de semis/8
    Milieux de repiquage/9
        Milieux pour les plantes de plates-bandes/9
        Milieux pour les semis de légumes en blocs/10
    Milieux pour les boutures de fleurs/12
    Milieux de culture/12
        Milieux pour les légumes de serre/12
        Milieux pour les plantes de pépinière en pots/14
        Milieux artificiels pour les potagers/16
Ouvrages de référence mentionnés/17
Ouvrages de référence proposés/18
Annexe/19

Préface

Au cours de la dernière décennie, les industries de culture en pépinière et en serre sont presque toutes passées de l'utilisation de la terre minérale à celle d'une grande variété de substituts. Cette situation est attribuable à la raréfaction des loams de bonne qualité, à l'accroissement sans précédent de la production de plantes en pots et à l'adoption de contenants au lieu de bâches (bacs de terre) pour la culture des légumes de serre. Les mélanges tourbe–vermiculite et sable–tourbe se sont avérés de bons substituts et ils ont été largement adoptés. En Colombie-Britannique, les pépiniéristes et les serristes misent désormais sur la sciure de bois, l'écorce broyée et les mélanges tourbe–sciure de bois en raison de leur faible coût, de leur légèreté, de leur facilité de drainage et de l'uniformité des plantes ainsi produites. Ces matériaux exigent toutefois de nouvelles méthodes de conduite et une attention particulière à la préparation adéquate des mélanges et à l'entière et fréquente satisfaction des besoins nutritifs des plantes.

M. J.E. Miltimore, directeur
Station de recherche
Agassiz (C.-B.)
Septembre 1980

Introduction

Les industries de culture en pépinière et en serre sont passées graduellement de l'usage presque exclusif de mélanges de terre à la mise au point de substrats complètement artificiels pour la production d'une proportion sans cesse croissante de plantes en contenants. Les serristes ont découvert par expérience que la mise en contenants de terre naturelle productive donnait souvent des résultats médiocres à cause de la compaction et du drainage inadéquat, mais qu'ils pouvaient en partie y remédier par l'introduction de certaines matières comme la tourbe, le sable, le terreau de feuilles et le fumier décomposé. Au cours des années 30, le *John Innes Horticultural Institute* a démontré qu'il était possible d'utiliser des mélanges de terre normalisés pour une grande variété de plantes, ce qui a entraîné l'acceptation des composts de semis et d'empotage John Innes (1) en Angleterre, et sans nulle doute stimulé la mise au point des mélanges sable–tourbe U.C. (université de la Californie) (2) et des mélanges tourbe–vermiculite Cornell (3).

Mélanges à base de terre

Le compost de semis John Innes est fait de deux parties de loam pasteurisé à la vapeur, d'une partie de tourbe et d'une partie de sable moyennement grossier (en volume), additionné de 1,2 kg de superphosphate (0-18-0) et de 0,6 kg de pierre à chaux moulue par mètre cube de

mélange. Ce compost convient aux semis et à l'enracinement des boutures. Le compost d'empotage John Innes (JIP-1) destiné à la plantation en général se compose de sept parties de loam pasteurisé à la vapeur, de trois parties de tourbe et de deux parties de sable moyennement grossier (en volume), additionné des engrais suivants:

	Par mètre cube
Poudre de sabot et de corne (ou tourteau de soja)	1,2 kg
Superphosphate (0-18-0)*	1,2 kg
Sulfate de potassium (0-0-50)	0,6 kg
Pierre à chaux moulue	0,6 kg

*Note: Dans les préparations qui demandent du superphosphate (0-18-0), on peut utiliser un mélange de 40% de superphosphate triple (0-45-0) et de 60% de sulfate de calcium (en poids) si le superphosphate n'est pas disponible.

S'il faut apporter plus de substances fertilisantes, on peut doubler (JIP-2) ou tripler (JIP-3) les quantités d'engrais et de pierre à chaux.

Ces mélanges normalisés ont été largement adoptés en Grande-Bretagne, mais dans une moindre mesure au Canada où divers mélanges de terre ont été mis au point pour répondre à des besoins particuliers. L'accroissement des coûts de main-d'œuvre inhérents à la pasteurisation et à la préparation des mélanges de terre, ainsi que la difficulté d'obtenir de la terre de qualité acceptable, ont rendu les pépiniéristes réceptifs à l'utilisation de milieux artificiels qui sont faciles à préparer, fiables et qui ne nécessitent aucune pasteurisation s'ils sont bien utilisés.

Mélanges artificiels

Au milieu des années 60, le développement de la culture de tomates de serre dans la sciure de bois (4) additionnée de solution nutritive à la station de recherche et de quarantaine des plantes de Saanichton à Sidney (C.-B) a intéressé l'industrie des plantes de pépinière et des plantes de plates-bandes de la province à la possibilité de cultiver les plantes en milieux artificiels. Au même moment que l'on mettait au point, sur la côte ouest des États-Unis, la production de plantes ornementales en contenants au moyen de mélanges sable–tourbe et de sous-produits du bois (système de l'université de la Californie), les producteurs de l'est des États-Unis et du Canada multipliaient des plantes de plates-bandes dans un mélange de tourbe et de vermiculite créé à l'université Cornell à Ithaca (N.Y.).

Les milieux de culture artificiels ont été conçus pour répondre aux besoins des plantes, et ils peuvent satisfaire toutes les exigences d'une croissance raisonnée grâce à des préparations nutritives convenables. Le

but de la présente publication est de dresser une liste des ingrédients utilisés dans la préparation des mélanges d'empotage et de présenter des formules nutritives appropriées. Puisque la contamination par la terre des mélanges de sciure de bois ou d'écorce peut déclencher la décomposition de la matière organique et créer des problèmes de carence d'azote, les plantes à cultiver dans ces mélanges ne devraient être démarrées que dans des milieux artificiels.

La Colombie-Britannique a adopté la tourbe, la sciure de bois et l'écorce broyée comme composants des mélanges d'empotage à cause de leur faible coût, de leur légèreté et de leur facilité d'utilisation. Les sciures de bois à base de sapin de Douglas [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco] et de pruche de l'Ouest [*Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg.] sont acceptables, tout comme l'écorce de sapin, mais d'autres essences ont aussi été utilisées avec succès. L'écorce de la pruche et la sciure fraîche du cèdre de l'Ouest (*Thuja plicata* Donn) se sont avérées toxiques pour les plantes sensibles comme la tomate, mais nos récents tests révèlent que la sciure qui provient du cèdre immature donne en général satisfaction. Il est possible en moins d'une semaine de vérifier la sécurité de chaque lot de sciure de cèdre en plantant quelques plants de fèves en échantillons représentatifs. On devrait considérer la possibilité d'utiliser la sciure de cèdre à cause de son coût peu élevé et de sa disponibilité.

Production de racines après une saison de croissance du *Thuja occidentalis* 'Pyramidalis' dans un milieu de culture à base de sciure de bois et de tourbe *à gauche*, et dans la terre *à droite*.

Les sciures de feuillus se prêtent moins bien à la préparation de mélanges car elles se décomposent plus vite que les sciures de conifères. Les matières compostées ne sont pas recommandées à cause de leur coût de préparation et de la variabilité de leurs propriétés nutritives et physiques. D'autres matériaux comme le sable, le gravier, la pierre ponce, la perlite, la vermiculite, la diatomite et le schiste thermotraité ont aussi donné de bons résultats dans divers mélanges. La tourbe dont il est question dans ces préparations est la tourbe de sphaignes moulue que l'on trouve dans le commerce. On l'a très largement adoptée à cause de son uniformité, de sa forte capacité de rétention d'eau et du fait qu'elle ne nécessite pas de stérilisation. Ces qualités ne sont pas égalées par les tourbes de marécage (c'est-à-dire tourbes de carex), ni par les tourbes noires plus décomposées (humus de tourbe).

On peut nourrir les plantes par l'incorporation d'engrais à libération lente, l'utilisation quotidienne d'une solution nutritive ou encore le pré-mélange d'une partie de l'engrais avec le milieu de culture et l'utilisation du reste en solution. Toutes ces méthodes exigent l'application d'eau ou de solution nutritive en surface en laissant un faible surplus se lessiver pour prévenir l'accumulation de sels solubles. On doit prendre soin de fournir souvent de l'eau au milieu artificiel pour empêcher les engrais dissous de devenir trop concentrés et d'endommager les plantes.

Milieux de semis

Les mélanges tourbe–vermiculite ou tourbe–perlite ou encore tourbe–vermiculite–perlite Cornell (*voir* « Milieux pour les plantes de plates-bandes») conviennent à la germination des semences et aux plantes de plates-bandes. Bien qu'il soit excellent pour la germination des semences, le mélange de semis Saanichton ne se prête pas à la culture des plantes de plates-bandes parce qu'il perd peu à peu ses facultés de drainage et d'aération à cause du tassement. Ces mélanges ne nécessitent aucune pasteurisation, mais il faut prévenir toute contamination par des agents pathogènes au cours de toutes les étapes de la manutention allant du mélange initial au remplissage final des cassettes ou des contenants.

Le mélange de semis Saanichton se compose de volumes égaux de sable moyen, de tourbe de sphaignes moulue et de perlite en granules. Mélanger ces ingrédients et les humecter à l'aide d'une solution nutritive mi-diluée de formule 1 (*voir* Annexe) dont la teneur en azote est de 126 parties par million (p.p.m.). Tous les milieux de culture qui contiennent des matières absorbantes comme de la tourbe ou de la sciure de bois devraient être préparés la veille de leur utilisation pour garantir une bonne teneur en eau. Réhumecter juste avant le semis, mais pas après. Pour prévenir la fonte des semis, saupoudrer la semence d'un fongicide recommandé. Lorsque les plantules ont besoin d'eau, utiliser la solution nutritive mi-concentrée additionnée de fongicide.

Milieux de repiquage

Milieux pour les plantes de plates-bandes

Les mélanges tourbe–vermiculite ou tourbe–perlite ou encore tourbe–vermiculite–perlite Cornell sont disponibles dans le commerce et conviennent à la production de plantules, plantes de plates-bandes, plantes en pots et légumes de serre. Ils se composent de tourbe–vermiculite (1/1), de tourbe–perlite (1/1) ou de tourbe–vermiculite–perlite (2/1/1) en volume. Pour les plantules et les plantes de plates-bandes, ajouter ce qui suit à un mélange tourbe–vermiculite (1/1):

	Par mètre cube
Pierre à chaux moulue	3 kg
Superphosphate (0-18-0)*	1 kg
Nitrate de calcium ou de potassium	600 g
Mouillant (p. ex., Aqua grow ou Triton B)	100 mL
Oligo-éléments frittés (O.-É.F.)	75 g

*Note: Dans les préparations qui demandent du superphosphate (0-18-0), on peut utiliser un mélange de 40% de superphosphate triple (0-45-0) et de 60% de sulfate de calcium (en poids) si le superphosphate n'est pas disponible.

Pour les plantes de plates-bandes et en pots, utiliser une solution nutritive [1,2 g de nitrate de potassium dissous dans 1 L d'eau ou un autre engrais azoté (3)] après 2 ou 3 semaines de croissance. On peut également compléter ce pré-mélange avec 3 kg d'Osmocote (14-14-14) et 3 kg de Mag-Amp (7-40-6) pour chaque mètre cube de substrat (3). Si dans un milieu artificiel on utilise des engrais à libération lente comme ceux mentionnés plus haut, il faut ajouter un surplus d'eau à l'occasion pour lessiver toute accumulation d'un excès de sels solubles.

Le mélange d'empotage Saanichton est une modification du mélange Cornell. Il comprend en plus 1,8 kg de chaux hydratée par mètre cube de mélange et il est composé de deux parties de tourbe pour une partie de vermiculite (en volume) afin de tirer parti du plus faible coût de la tourbe de sphaignes. La solution nutritive contient des éléments secondaires pour assurer une assimilabilité uniforme, ce qui n'est pas toujours le cas avec les O.-É.F. Tremper le milieu avec une solution nutritive mi-diluée N-126 p.p.m. de la formule 1 (*voir* Annexe) avant la plantation et appliquer ensuite périodiquement du N-168 p.p.m. non dilué pour répondre aux besoins en éléments nutritifs et en eau des plantes. Lorsqu'une faible quantité de solution nutritive est nécessaire, l'engrais commercial hydroponique 14-7-21 peut s'avérer un bon substitut pour la formule 1. Dissoudre 12 g de cet engrais dans 10 L d'eau chaude et ajouter 3 g de sulfate de magnésium (sels d'Epsom) selon le mode d'emploi qui figure sur l'emballage. Cette façon de procéder donnera une solution qui contient 168 p.p.m. d'azote (N), 84 p.p.m. de phosphate (P_2O_5), 252 p.p.m. de potasse (K_2O), 93 p.p.m. de calcium

(Ca), 30 p.p.m. de magnésium (Mg) et fournira tous les éléments secondaires nécessaires. Cette préparation peut servir pour des unités de culture hydroponiques domestiques et convient très bien à l'arrosage des plantes d'appartement cultivées en milieu artificiel. Les ingrédients de cette préparation sont donnés dans la formule 3 (*voir* Annexe). S'il est plus pratique de le faire, on peut fournir du magnésium et un peu plus de calcium par l'addition de 2,4 kg de chaux dolomitique (65 AG) par mètre cube de milieu d'empotage.

La formule suivante mise au point à la station de recherche et de quarantaine des plantes de Saanichton fournit les substances fertilisantes nécessaires sous forme d'engrais à libération lente, de sorte que les plantes n'auront besoin que d'être arrosées jusqu'au stade du repiquage. Incorporer la solution suivante dans un mélange tourbe–vermiculite (2/1) juste avant usage:

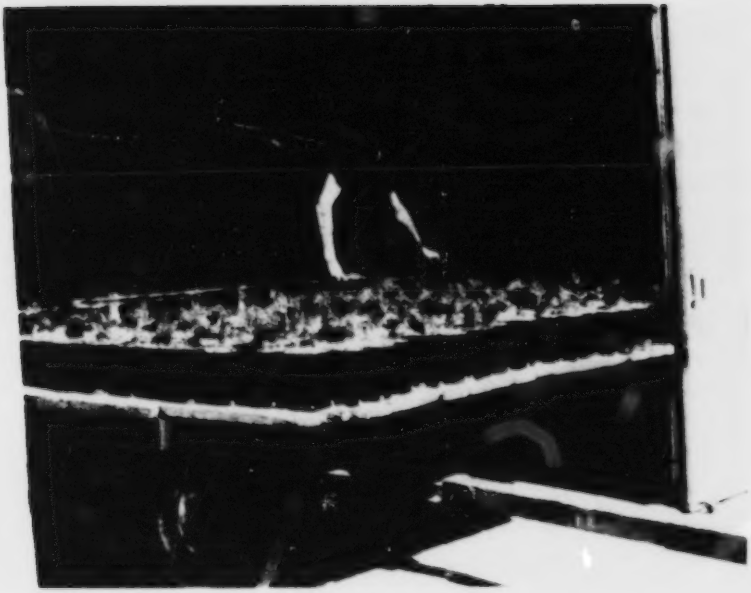
	Par mètre cube
Osmocote (19-6-12)	3,0 kg
Osmocote (14-14-14)	1,5 kg
Mag-Amp (7-40-6)	6,0 kg
Chaux hydratée	1,8 kg
Solution d'éléments secondaires (*voir* Annexe, formule 1)	440 mL

Si la croissance devient trop luxuriante, il est recommandé de la maîtriser en rationnant l'eau plutôt qu'en abaissant la température de la serre. Omettre l'Osmocote (19-6-12) et possiblement l'Osmocote (14-14-14) pour les plantes de plates-bandes de courte durée afin de réduire les coûts de fertilisation, excepté s'il y a de la sciure de bois dans le mélange.

Tous ces milieux ont produit d'excellents plants de repiquage pour les serres commerciales et le marché de détail. Les producteurs locaux préparent souvent leurs propres mélanges pour réduire les coûts et assurer un bon contrôle de la qualité qui fait parfois défaut dans certains milieux commerciaux. En cas de pénurie de vermiculite, la sciure de sapin et de pruche ou l'écorce de sapin broyée peuvent très bien la remplacer dans le mélange. En général, cette pratique n'est toutefois pas recommandée parce que la capacité de rétention d'eau se trouve réduite et on doit arroser plus souvent.

Milieux pour les semis de légumes en blocs

Les mélanges de tourbe, tourbe–vermiculite ou tourbe–perlite se prêtent bien à la production de semis de légumes en blocs, mais le coût en est trop élevé pour le repiquage en plein champ. Un mélange meilleur marché, composé à parts égales de tourbe de sphaignes et de tourbe noire (humus de tourbe provenant de marécages), est très utilisé pour les semis en blocs en Europe et dans le centre du Canada, mais la tourbe noire n'est pas facile à obtenir en Colombie-Britannique. À la



Genévriers fraîchement empotés dans un milieu de culture sans sol et chargés sur le tablier plat d'une remorque pour fins de transport vers une pépinière.

station de recherche d'Agassiz, on étudie la possibilité de mélanger de l'écorce broyée ou de la sciure de bois bon marché avec de la tourbe de sphaignes, et les résultats obtenus jusqu'ici sont prometteurs.

Pour les semis en blocs, incorporer 5% d'argile bentonite (en volume) comme liant à des mélanges 2/1 de tourbe–vermiculite ou de tourbe–perlite, ou à de la tourbe seule, et ajouter une des deux formules d'engrais suivantes:

	Par mètre cube	
	Formule A	Formule B
Osmocote (14-14-14) (à omettre pour les oignons dans la formule A)	1,5 kg	4,0 kg
Mag-Amp (7-40-6)	6,0 kg	aucun
Chaux hydratée	1,8 kg	1,8 kg
Chaux dolomitique (65 AG)	aucun	1,8 kg
Solution d'éléments secondaires (*voir* Annexe, formule 1)	440 mL	440 mL
Mouillant	110 mL	110 mL

Milieux pour les boutures de fleurs

Les milieux artificiels conviennent très bien à l'enracinement et à la culture de boutures de fleurs parce que leur bonne aération favorise l'enracinement et réduit la fréquence du pourridié noir. Le mélange 1/3 de tourbe et de sciure de bois convient à l'enracinement des boutures de géraniums, alors qu'un mélange 1/2 se prête à celui des poinsettias et des chrysanthèmes. On peut utiliser de l'écorce de sapin broyée en mélange à parts égales avec la sciure de bois pour les boutures de géraniums, mais l'utilisation d'écorce seule donne un milieu trop humide. Un mélange qui contient de la tourbe, du sable, de la perlite et de la sciure de bois à parts égales constitue aussi un bon milieu d'enracinement. Les composants suivants peuvent satisfaire les besoins nutritifs des plantes dans les mélanges à base de tourbe ou de sciure de bois, mais l'addition d'azote peut s'avérer nécessaire dans les mélanges à base d'écorce parce que l'écorce a une décomposition initiale plus rapide (5):

	Par mètre cube
Osmocote (14-14-14)	2,4 kg
Superphosphate (0-18-0)	1,8 kg
Chaux dolomitique (65 AG)	3,6 kg
Solution d'éléments secondaires (*voir* Annexe, formule 1)	440 mL

Milieux de culture

Les sciures de sapin et de pruche ont constitué les plus importantes bases pour les milieux sans sol des industries de culture en pépinière et en serre de la région côtière de la Colombie-Britannique. Les autres matériaux utilisés seuls ou en mélange avec la sciure de bois comprennent l'écorce broyée, le sable, la tourbe de sphaignes, la pierre ponce, l'argile réfractaire, le schiste ou la diatomite. L'écorce de pruche fraîche et la sciure du cèdre de l'Ouest à maturité sont souvent toxiques pour les fleurs et les légumes, mais sont tolérées par les arbustes plus résistants. Les mélanges de l'université de la Californie (*voir* page 14) à base de sable, de tourbe et de déchets forestiers ont beaucoup influé sur le développement de l'industrie de la culture en contenants de la Colombie-Britannique.

Milieux pour les légumes de serre

La Colombie-Britannique a accepté presque exclusivement les sciures de sapin et de pruche comme milieux de culture artificiels pour les légumes de serre; ils sont en général additionnés d'une couverture de sable de 1,3 cm de profondeur pour faciliter une bonne répartition de l'eau. L'écorce de sapin broyée, les mélanges de sable et de sciure de bois et les mélanges à base de tourbe se sont aussi révélés productifs, mais n'ont pas égalé la sciure de bois utilisée seule pour la facilité de manutention et l'économie. Ces milieux sont placés dans des sacs ou des

tubes en plastique, des pots ou des bâches de bois isolés du sol par un revêtement de plastique. L'utilisation d'une solution nutritive complète pour les tomates de serre basée sur la formule 1 (4) (*voir* Annexe) prévoit des applications allant d'une à trois concentrations d'azote selon le stade de croissance, alors que les concombres (6) ne reçoivent qu'une seule concentration d'azote à 168 p.p.m.

Les tomates de serre se cultivent aussi dans des pré-mélanges (4) dans lesquels la sciure de sapin ou de pruche est additionnée, avant le repiquage, des engrais de base suivants:

	Par mètre cube
Superphosphate (0-18-0)	2,4 kg
Chaux dolomitique	4,0 kg

L'azote, le potassium et les éléments secondaires sont fournis pendant toute la saison sous forme d'une solution nutritive diluée (*voir* Annexe, formule 2) pour répondre aux autres besoins de la culture. Pour ce qui est des tomates, la solution N-126 p.p.m. sert jusqu'à la nouaison de la première grappe de fruits, la solution N-168 p.p.m. sert jusqu'à la troisième grappe et la solution N-210 p.p.m. est utilisée par la suite. La solution N-168 p.p.m. convient bien pour tous les stades de croissance de la plupart des autres plantes.

On peut utiliser des engrais à libération lente comme pré-mélange pour la culture des tomates de serre dans le mélange 1/1 de tourbe–vermiculite (3), mais en raison de son coût élevé, cette méthode n'a pas été beaucoup adoptée à l'échelle commerciale. La formule suivante pourra subvenir aux besoins des plants de tomates pour une période de 6 mois sans nécessiter d'apport additionnel d'engrais:

	Par mètre cube
Pierre à chaux moulue	6,0 kg
Superphosphate (0-18-0)	1,5 kg
Nitrate de potassium (14-0-44)	0,9 kg
Osmocote (14-14-14)	3,0 kg
Osmocote (19-6-12)	3,0 kg
Mag-Amp (7-40-6)	3,0 kg
Oligo-éléments frittés	75 g
Mouillant	110 mL

Pour les tomates de serre, le pré-mélange d'engrais à libération lente dans la sciure de bois ne s'est pas avéré aussi fiable que l'utilisation d'une solution nutritive quotidienne. Ce pré-mélange n'a pas éliminé le besoin d'arrosage quotidien; on économise donc peu de main-d'œuvre par l'utilisation d'engrais à libération lente dans la production des légumes de serre.

Au Manitoba (7) et en Europe (8), les engrais et la chaux moulue sont intimement mélangés à de la tourbe grossière et placés dans des

bâches pour la production de légumes de serre. Les bâches ont 60 cm de largeur et 23 cm de profondeur, et le fond est doublé d'un film de polyéthylène de 3,8 cm d'épaisseur pour créer un réservoir d'humidité. On peut se procurer dans le commerce une préparation fertilisante mise au point par J.D. Campbell (7) de l'université du Manitoba. Elle se compose des éléments suivants pour une balle de 0,17 m^3 ou pour 0,25 m^3 de tourbe de sphaignes lâche:

Substances nutritives principales et secondaires	Grammes
Chaux moulue	1503
Chaux dolomitique (65 AG)	1618
Superphosphate triple (0-45-0)	173
Sulfate de potassium (0-0-50)	347
Nitrate de calcium (15-0-0)	173
Nitrate d'ammonium (33,5-0-0)	231
Total	4045
Oligo-éléments	
Borate 46 (14,3% B)	2
Sulfate de cuivre (25% Cu)	5
Sulfate de fer (20% Fe)	11
Chélate de fer (Fe 330 10% Fe)	4
Sulfate de manganèse (25% Mn)	4
Sulfate de zinc (23% Zn)	4
Molybdate de sodium (40% Mo)	1
Total	31
Poids total	4076

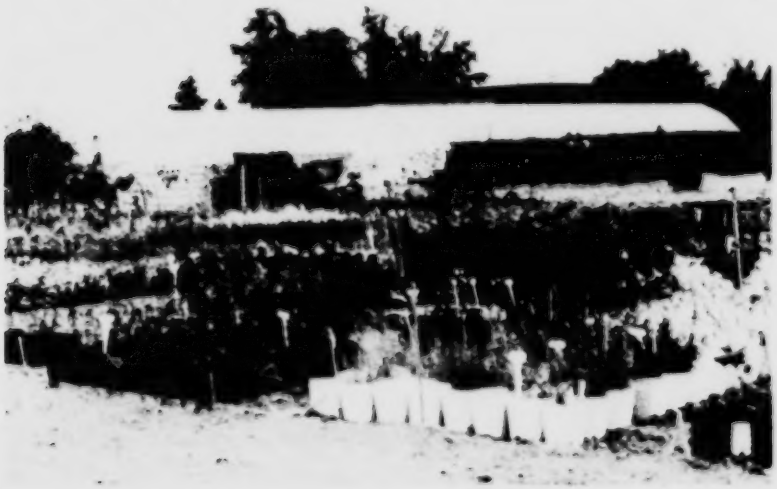
Des apports additionnels d'azote et de potassium seront nécessaires toutes les semaines pour les cultures de longue saison. Cette formule peut aussi servir dans un mélange 1/1 de tourbe fine–vermiculite à raison de 4 kg/m^3 (4 g/L) pour le démarrage des plantules. C'est le quart de la teneur utilisée pour la croissance des plantes.

Milieux pour les plantes de pépinière en pots

Les mélanges de l'université de la Californie (2) pour les plantes en contenants sont à base de sable fin et de tourbe de sphaignes allant de 100% sable à 100% tourbe: les mélanges 3/1, 1/1 et 1/3 sont les plus utiles. La sciure de bois, les copeaux de bois ou les balles de riz peuvent remplacer la totalité ou une partie de la tourbe, pourvu que les besoins physiques et chimiques du mélange original soient satisfaits. Les engrais sont incorporés au mélange de culture selon plusieurs formules différentes dépendant de la culture et du mode de croissance. On peut ajouter des engrais supplémentaires, à l'état sec ou en solution, au cours

de la croissance des plantes. Les mélanges artificiels à base de sable fin et de tourbe ont tendance à se gorger d'eau sous le climat très pluvieux de la région côtière de la Colombie-Britannique et nécessitent donc un apport de sable grossier, de sciure de bois ou d'écorce broyée.

Les mélanges tourbe–sciure de bois et l'écorce broyée conviennent bien à la culture de matériel de pépinière en contenants car ils sont peu coûteux, bien drainés et légers, et possèdent une assez bonne capacité de rétention d'eau (qui peut être relevée en ajoutant plus de tourbe). L'addition de 10% de sable à un mélange tourbe–sciure de bois n'est pas recommandée car ceci réduit l'aération et le drainage en obstruant les plus gros pores. Toutefois, l'addition de 40% de sable moyen à de la seule sciure de bois est avantageuse, le sable réduit la porosité excessive de la sciure et accroît sa capacité de rétention d'eau, mais il augmente le poids du milieu et rend la manutention plus difficile. Les sciures de sapin et de pruche sont les plus répandues dans les mélanges tourbe–sciure de bois, mais les sciures d'épinette et de pin devraient aussi convenir à cet usage. Bien que la sciure fraîche du cèdre de l'Ouest puisse être toxique pour les plantes végétatives, la sciure sèche qui provient du cœur du bois de cèdre n'endommage pas beaucoup les arbustes à feuilles persistantes. Pour une culture prolongée d'arbustes en contenants (9) dans un milieu d'écorce broyée ou dans un mélange de



Diverses plantes ornementales en contenants cultivées commercialement dans des mélanges sciure de bois–tourbe.

1/2 ou 1/3 tourbe–sciure de bois, incorporer les ingrédients suivants et ajouter en août 12 g d'Osmocote (14-14-14) à chaque arbuste mis en contenant au printemps:

	Par mètre cube
Osmocote (19-6-12) (utiliser la moitié de la dose pour les boutures à racines nues)	4,8 kg
Superphosphate (0-18-0)	2,4 kg
Sulfate de calcium (gypse)	1,2 kg
Chaux dolomitique (65 AG)	3,0 kg
Solution d'éléments secondaires (*voir* Annexe, formule 1)	1,0 L

Beaucoup d'autres engrais à libération lente comme l'Ortho 12-6-6 (à libération échelonnée) et les comprimés pour culture en contenants Agriform 14-4-6 devraient produire d'aussi bons résultats que l'Osmocote. Si possible, utiliser des solutions d'éléments secondaires non chélatés pour prolonger la rétention, car les formes chélatées sont très solubles. Si le mélange contient la forme chélatée, en appliquer comme aliment liquide encore deux fois au cours de la saison de végétation à raison de 22 mL de solution d'éléments secondaires par 100 L d'eau.

Pour l'alimentation régulière des arbustes d'appartement et d'été au moyen d'une solution nutritive, incorporer 3 kg de chaux dolomitique (65 AG) par mètre cube d'écorce broyée ou de mélange tourbe–sciure de bois. Au cours des 10 premières semaines, utiliser une solution nutritive qui contient 0,6 kg d'engrais 20-20-20 par 1000 L, en ajoutant par la suite 0,3 kg d'engrais 34-0-0 par 1000 L. Ajouter 22 mL de solution d'éléments secondaires (*voir* Annexe, formule 1) par 100 L de solution nutritive une fois par mois.

Milieux artificiels pour les potagers

L'utilisation des milieux artificiels n'est pas limitée aux serres commerciales: ces milieux peuvent aussi servir dans des plates-bandes surélevées pour éviter l'envahissement des mauvaises herbes ou améliorer les sols problèmes. Si l'on dispose des installations nécessaires qui permettent chaque jour d'arroser ou d'alimenter les plants par solution nutritive, on peut utiliser n'importe laquelle des méthodes qui préconisent la sciure de bois comme milieu de culture et qui sont décrites dans la partie qui traite des milieux pour les légumes de serre. À la fin de la saison de végétation, la sciure décomposée peut être récupérée. C'est un bon compost qui peut servir à améliorer la structure du sol du reste du potager.

L'écorce de sapin broyée ou les mélanges sable–sciure de bois (3/1) ou tourbe–sciure de bois (1/2) sont aussi de bons milieux de culture et ils n'exigent pas d'arrosages aussi fréquents que la sciure de bois seule. On peut améliorer la répartition uniforme de l'eau en couvrant le milieu de

1,3 cm de sable moyennement grossier et en utilisant l'arrosage goutte à goutte ou le trempage.

La méthode Mittleider (10) préconise le remplissage de bâches de 20 cm de profondeur d'un «terreau confectionné sur demande» pour la culture des légumes en plein air ou en serres de polyéthylène peu coûteuses. Le milieu se compose d'un mélange de n'importe lequel des ingrédients suivants: sable, tourbe de sphaignes, sciure de bois, perlite ou polystyrène expansé. On peut aussi se procurer des substituts convenables d'origine locale. On recommande d'ajouter de la chaux, du bore, de l'azote, du phosphore, du potassium et du magnésium dans le milieu avant la plantation et d'en fournir à intervalles au cours de la saison de végétation sous forme de traitement de couverture. L'eau est fournie par la pluie ou par un tuyau d'arrosage. Les modalités de construction de la couche de semis, les milieux de culture, les préparations fertilisantes et la gestion du potager sont décrites dans l'ouvrage intitulé *More food from your garden* (10). On peut utiliser un revêtement de plastique au fond de la couche pour séparer le milieu de culture d'une terre infestée de maladies ou de nématodes. Si ces problèmes ne se présentent pas, le revêtement de plastique n'est pas nécessaire et on peut laisser les plantes s'enraciner dans le sol pour fournir un plus grand réservoir d'humidité et une source additionnelle de substances nutritives. Cette méthode fonctionne très bien pour les couches installées sur sols sableux, mais un fond de plastique est préférable sur les sols argileux.

Ouvrages de référence mentionnés

1 Lawrence, W.J.C. et Newell, J., *Seed and potting composts*, Allen and Unwin Ltd., Londres, Angleterre, 1942.

2 Baker, K.F., éditeur, *The U.C. system of producing healthy container-grown plants*, University of California Agric. Exp. Stn, Berkeley (Cal.), manuel 23, 1957.

3 Boodly, J.W. et Sheldrake, R. Jr., *Cornell peat-lite mixes for commercial plant growing*, Information Bulletin 43, Université Cornell, Ithaca (N.Y.), 1973.

4 Maas, E.F. et Adamson, R.M., *Culture sans sol de la tomate commerciale de serre*, publication 1460, Agriculture Canada, 1980.

5 Maas, E.F. et Adamson, R.M., *Resistance of sawdusts, peats and bark to decomposition in the presence of soil and nutrient solution*, Soil Science Society of America, Proceedings 36, 1972, p. 769-771.

6 Adamson, R.M. et Maas, E.F., *Culture hors sol de concombres de serre sans graines et successions des cultures*, publication 1725, Agriculture Canada, 1981.

7 Campbell, J.D., *Peat moss for starting plants*, MacDonald College Journal, collège MacDonald, Sainte-Anne-de-Bellevue (Québec), novembre 1978.

8 Puustjarvi, V., *Basin-peat culture*, Peat and Plant News, 1969, volume 2, 1969, p. 20-24.

9 *B.C. Nursery Production Guide*, ministère de l'Agriculture de la Colombie-Britannique, Victoria (C.-B.), 1980.

10 Mittleider, J.R., *More food from your garden*, Woodbridge Press, Santa Barbara (Cal.), 1975.

Ouvrages de référence proposés

Acta Horticulturæ, Third Symposium on peat in horticulture, Techn. commun., Int. Soc. Hortic. Sci., La Haye, Hollande, volume 26, 1972; volume 50, 1975.

Bunt, A.C., *Modern potting composts*, Allen and Unwin Ltd., Londres, Angleterre, 1976.

DeWerth, A.F. et Odom, R.E., *A standard light-weight growing medium for horticultural specialty crops*, Texas Agric. Exp. Stn, 1960.

McNeill, D.G., *Composts and soil-less mixes for transplants*, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, 1972, Agdex 296/510.

Self, R.L., Wear, J.I., Rouse, R.D. et Orr, H.P., *Potting mixtures and fertilization practices*, Alabama Agric. Exp. Stn, Auburn (Ala.), circulaire 157, 1967.

Annexe

FORMULE 1 Apports fertilisants nécessaires pour une solution nutritive qui contient 126, 168 ou 210 p.p.m. de N, 37 p.p.m. de P (84 p.p.m. de P_2O_5) et 208 p.p.m. de K (252 p.p.m. de K_2O).

	Teneurs en azote en parties par million (p.p.m.)*		
	126	168	210
		(g/1000 L)	
Chlorure de potassium (0-0-60)	420	250	—
Nitrate de potassium (13-0-46)	—	225	550
Sulfate de magnésium (sels d'Epsom)	500	500	500
Phosphate d'ammoniaque (21-53-0)	160	160	160
Nitrate de calcium (15,5-0-0)	600	680	680
		(mL/1000 L)	
Solution d'oligo-éléments**	220	220	220

* Parties par million = grammes d'azote (N) par 1000 L.

** Le mélange d'oligo-éléments Saanichton est disponible sur le marché avec du fer sous forme chélatée. Les mélanges de chélates et de citrates se préparent de la façon suivante:

	Mélange de chélate de fer	Mélange de citrate de fer	Oligo-éléments dans la solution nutritive finale
	(grammes)		
Fer	70,0 (10% de fer)	42,0 (16,7% de fer)	1,54 p.p.m. de Fe
Sulfate de manganèse	15,0	15,0	1,07 p.p.m. de Mn
Acide borique	12,0	12,0	0,46 p.p.m. de B
Sulfate de zinc	2,2	2,2	0,11 p.p.m. de Zn
Sulfate de cuivre	0,6	0,6	0,034 p.p.m. de Cu
Acide molybdique	0,2	0,2	0,023 p.p.m. de Mo
	100,0	72,0	

Pour préparer la solution d'oligo-éléments, dissoudre 100 g de mélange sec de chelate de fer dans 1 L d'eau chaude et conserver dans une bouteille de verre foncé. Si on utilise un mélange de citrate de fer, en dissoudre 72 g dans 1 L d'eau bouillante et conserver la solution dans une bouteille de verre foncé.

FORMULE 2 Apports fertilisants nécessaires pour une solution nutritive qui contient 126, 168 ou 210 p.p.m. de N et 208 p.p.m. de K (252 p.p.m. de K_2O).

	Teneurs en azote en parties par million (p.p.m.)		
	126	168	210
	(g/1000 L)		
Nitrate de potassium (13-0-46)	550	550	550
Nitrate d'ammonium (34-0-0)	160	285	410
	(mL/1000 L)		
Solution d'oligo-éléments*	220	220	220

**Voir* Annexe, formule 1

FORMULE 3 Proportions des ingrédients requis pour la confection de l'engrais hydroponique 14-7-21.

Phosphate d'ammoniaque (21-53-0)	14,1% (en poids)
Nitrate de potassium (13-0-46)	48,6%
Nitrate de calcium (15,5-0-0)	35,4%
Mélange d'oligo-éléments avec fer chélaté*	1,9%

**Voir* Annexe, formule 1

FACTEURS DE CONVERSION

Unité métrique	Facteur approximatif de conversion	Donne
LINÉAIRE		
millimètre (mm)	x 0,04	pouce
centimètre (cm)	x 0,39	pouce
mètre (m)	x 3,28	pied
kilomètre (km)	x 0,62	mille
SUPERFICIE		
centimètre carré (cm^2)	x 0,15	pouce carré
mètre carré (m^2)	x 1,2	verge carrée
kilomètre carré (km^2)	x 0,39	mille carré
hectare (ha)	x 2,5	acre
VOLUME		
centimètre cube (cm^3)	x 0,06	pouce cube
mètre cube (m^3)	x 35,31	pied cube
	x 1,31	verge cube
CAPACITÉ		
litre (L)	x 0,035	pied cube
hectolitre (hL)	x 22	gallons
	x 2,5	boisseaux
POIDS		
gramme (g)	x 0,04	once
kilogramme (kg)	x 2,2	livre
tonne (t)	x 1,1	tonne courte
AGRICOLE		
litres à l'hectare	x 0,089	gallons à l'acre
	x 0,357	pintes à l'acre
	x 0,71	chopines à l'acre
millilitres à l'hectare	x 0,014	onces liquides à l'acre
tonnes à l'hectare	x 0,45	tonnes à l'acre
kilogrammes à l'hectare	x 0,89	livres à l'acre
grammes à l'hectare	x 0,014	onces à l'acre
plants à l'hectare	x 0,405	plants à l'acre